动 物 学 研 究 2009，Jun. 30(3)：311−318 CN 53-1040/Q ISSN 0254-5853
Zoological Research DOI：10.3724/SP.J.1141.2009.03311

鹅喉羚夏季和冬季卧息地选择

初红军[1]，蒋志刚[2,*]，蒋 峰[3]，葛 炎[3]，陶永善[3]，李 斌[3]

1. 新疆阿勒泰地区野生动植物保护办公室，新疆 阿勒泰市 836500；2. 中国科学院动物研究所，北京 100101；
3. 新疆卡拉麦里山有蹄类自然保护区阿勒泰管理站，新疆 阿勒泰市 836500）

摘要：2007年夏季(6—8月)及冬季(11—2008年1月)，在卡拉麦里山有蹄类自然保护区研究了鹅喉羚(*Gazella subgutturosa sairensis*)的卧息生境选择。夏季测定了49个卧迹样方，36个对照样方；冬季测定了75个卧迹样方，75个对照样方。卡拉麦里山有蹄类自然保护区的鹅喉羚夏季主要选择平滩、下坡位，海拔910m以上、与水源距离较远、远离道路、远离居民点、高隐蔽级、中低植被密度和中高草本密度的区域作为卧息地；而冬季鹅喉羚主要选择山坡、阳坡和半阴半阳坡、中上坡位和下坡位、900—1 000m的高度范围、离道路501—1000m以及大于2000m的距离、靠近居民点、中低隐蔽级、中等雪深(1.1—3 cm)、中高植被密度和中高草本密度的区域作为卧息地。主成分分析表明，鹅喉羚夏季卧息样方前4个主成分的累积贡献率达到86.57%，第1主成分主要反映卧迹样方的植物密度、草本密度、针茅(*Stipa* spp.)密度、至最近居民点距离、至永久水源最近距离和海拔的影响。冬季鹅喉羚卧息样方前4个主成分的累积贡献率达到73.88%，第1主成分主要反映卧迹样方的植物密度、草本密度、针茅密度和坡度的影响。

关键词：鹅喉羚；卧息地选择；卡拉麦里山
中图分类号：Q959.8 **文献标识码**：A **文章编号**：0254-5853-(2009)03-0311-08

Summer and Winter Bed-site Selection by Goitred Gazelle (*Gazella subgutturosa sairensis*)

CHU Hong-jun[1], JIANG Zhi-gang[2,*], JIANG Feng[3], GE Yan[3], TAO Yong-shan[3], LI Bin[3]

(1. *Wildlife Conservation Office of Altay Prefecture, Xinjiang, Altay Xinjiang* 836500, *China*; 2. *Institute of Zoology, the Chinese Academy of Science*，*Beijing* 100101, *China* ; 3. *Altay Management Station of Mt. Kalamaili Ungulate Nature Reserve, Xinjiang, Altay Xinjiang* 836500, *China*)

Abstract: We studied summer and winter bed-site selection by goitred gazelle (*G. s. sairensis*) using transect method from June to August in 2007, and November, 2007 to January, 2008 in Mt. Kalamaili Ungulate Nature Reserve, Xinjiang, China. In summer, we measured 49 bed-site quadrants used by goitred gazelle and 36 control quadrants during 26 transect surveys. While in winter, we measured 75 bed-site quadrants used by goitred gazelle and 75 control quadrants during 30 transect surveys. Through comparing the characteristics of bed site quadrants and control quadrants, we found summer bed sites of goitred gazelles were characterized by plains, lower or no slope position, over 900m of altitude, far from permanent water source, main road and human community, of higher plant density, higher herb density and higher canopy cover. In winter, goitred gazelles preferred to bed on hill, or on half-sunny slope and sunny slope, steep slope position, of 901−1000m of altitude, with distance of 501 to 1000 m or over 2000m to main road and, near human residence, lower and middle canopy cover, snow depth of 1.1−3cm, higher plant density and herbage density. Principal Component Analysis (PCA) showed that 4 principal components explained 86.57% of the total variance in the bed site selection by goitred gazelle in summer. First principal component in summer was positively related to plant density, herbage density, density of *Stipa* spp., distance to nearest human residence, distance to permanent water source and altitude. PCA also showed that 4 principal components explained 73.88% of total variance the bed site selection by goitred gazelle in winter. First principal component in winter was positively related to plant density, herbage density, density of *Stipa* spp. and altitude.

Key words: Goitred gazelle; Bed-sites selection; Mt. Kalamaili Ungulate Nature Reserve

收稿日期：2009-01-04；接受日期：2009-05-11
基金项目：新疆自治区科技攻关和重点科技项目(200433116)；科技部科技支撑项目(2008BAC39B04)
*通讯作者（Corresponding author），E-mail: jiangzg@ioz.ac.cn

从中东、经乌兹别克斯坦、哈萨克斯坦、俄罗斯直到中国和蒙古境内均有鹅喉羚(*Gazella subgutturosa*)分布。中国有4个鹅喉羚亚种分布，新疆境内有3个鹅喉羚亚种分布。*G.s.sairensis*分布于新疆北部准噶尔盆地，*G.s.reginae*分布于新疆南部昆仑山和青海柴达木盆地，*G. s. yarkandensis*分布于新疆南部塔里木盆地、东部吐鲁番盆地和哈密地区，*G.s.hillieriana*分布于甘肃和内蒙古(Yang et al，2005)。国际自然与自然资源保护联盟(IUCN)将鹅喉羚列为低危种(LR级)，中国红皮书列为易危物种(VU级) (Wang, 1998)，鹅喉羚是国家二级重点保护野生动物。近半个世纪以来，由于人类活动的加剧、过牧、矿业开采、狩猎等多种原因导致鹅喉羚栖息地不断恶化，分布区日益缩小。对鹅喉羚的研究侧重于起源进化及地理分布（Kingswood et al, 1994; Vassart et al, 1995）、年龄鉴定及角理化成分分析（Zhu et al, 1992; Zhou et al, 1997）、种群数量结构及影响因子(Pereladova et al, 1998; Gao et al, 1996, 1997, 2006; Xu et al, 1997）、重引入(Haque et al, 1996)、栖息地选择尤其是采食地特征和春夏季食性分析（Nowzari et al, 2007; Sun, 2003; Yang et al, 2005；Xu et al, 2008b; Chu et al, 2008）等方面，而影响鹅喉羚夏季和冬季卧息生境因子选择未见研究报道, 基于此，作者于2007年6月—8月和2007年11月—2008年1月在卡拉麦里山有蹄类自然保护区考察了鹅喉羚夏季和冬季卧息生境特征因子，期望通过本研究探讨：⑴鹅喉羚是否选择卧息生境？⑵如果鹅喉羚选择卧息生境，哪些环境因子决定其对卧息生境的选择？

1 研究地区与方法

1.1 自然概况

卡拉麦里山有蹄类自然保护区（88°30'—90°03'E，44°36'—46°00'N）位于准噶尔盆地的东部，总面积 18 000 km^2，是以保护普氏野马（*Equus przewalskii*）、蒙古野驴（*E. hemionus*）、鹅喉羚、盘羊（*Ovis ammon*）等野生动物的自然保护区。1982 年 4 月由新疆维吾尔自治区人民政府批准建立，该自然保护区地处北半球中纬度地区的欧亚大陆腹地，属中温带大陆性干旱性气候，极端最高气温可达 50℃，极端最低气温−38℃；年平均气温 2.4℃， 年平均降水量 159.1 mm， 而年蒸发 量 2 090.4 mm，每月最小相对湿度低于 20%。大风日每年 50—80 天，主要灾害性天气有干旱、干热风、寒潮、低温、雪灾等。区内有十几处咸泉水和一些人工广口井，是旱季野生动物的饮水点。植被群落组成简单，分布稀疏，建群种植物是超旱生、旱生的灌木、小半灌木及旱生的一年生草本、多年生草本和短命植物等荒漠植物组成。据初步调查，区内植物种类有 31 科 139 种，依次以藜科、菊科、豆科、莎草科、蓼科、禾本科、麻黄科等为优势种类。卡拉麦里山处于古北界蒙新区，野生动物种群结构较为复杂多样，种类繁多。据考察及资料记载，共有陆生脊椎动物 58 科 288 种，其中国家Ⅰ级重点保护野生动物 13 种、Ⅱ级 36 种(Chu et al, 2008)。

1.2 研究方法

在野外利用新的足迹、粪堆及卧迹等活动痕迹作为指标来判断鹅喉羚对卧息生境的利用情况。在野外考察发现鹅喉羚卧息时，先对其行为进行观察，静待其离去后对卧息生境进行测量记录。

2007年6—8月，2007年1月—2008年1月，在卡拉麦里山有蹄类自然保护区的姜尕、科乃温都尔、霍彦德、卡玛斯特、乔木西拜、滴水泉、散巴斯陶、开美尔和别勒库都克等处寻找鹅喉羚的新鲜卧迹。发现鹅喉羚的卧迹后, 以卧迹为中心，设置一个10 m×10 m大样方和一个1m×1 m小样方。参照Wu et al (2000)的方法，夏季和冬季在大样方内记录并测量卧息地形、坡向、坡位、坡度、植物种类、植物株数、草本种类、草本株数、灌木种类、灌木株数、针茅株数11个生境因子；冬季在大样方内测量雪深；夏季和冬季在小样方内测定经纬度、海拔高度、至永久水源距离、至最近道路的距离、至最近居民点距离7个生境因子。参照Teng et al (2004)方法在小样方内测定隐蔽级。夏季测量了49个鹅喉羚卧迹样方，冬季测量了75个卧迹样方。同时在样线上每隔2 000 m(利用GPS测量)设置一个对照样方，其设定方法及测定内容同卧息样方，夏季测量了36个对照样方；冬季测量了75个对照样方。对各种生境因子分类定义如下：

卧息地形(bed sites landscape): 指样方所处的地形地貌特征。分为平滩和山坡。

坡向(aspect)：样方分为阳坡(S67.5°E—S22.5°W)、半阴和半阳坡(N22.5°—S67.5°E 和 S22.5°W—N67.5°W)、阴坡(N67.5°W—N22.5°E)和无坡向。

坡位(slope position)：指样方所在山坡的位置，

分为中上坡位、下坡位和无坡位。

坡度(slope degree): 指样方所处山坡上的坡度，分为≤10º(包括无坡度)、10—15º、≥15.1º

海拔：利用GPS记录样方的海拔高度，分为≤900 m、901—1000m、1001—1101m、≥1101m

至永久水源最近距离(distance to permanent water source)：利用ArcView3.2生成的地图层测量从卧迹至最近永久水源的距离，分为≤1 000 m、1 001—2 000m、2001—4 000m、≥4 001m 4个距离组。冬季有蹄类用地表积雪作为水源，冬季没有分析此因子。

至最近主干道的距离(distance to main road)：利用ArcView3.2生成的地图层测量从卧迹到有车辆通行道路的距离，分为≤500m、501—1000m、1001—2000m、≥2001m 4个距离组。

至最近居民点距离(distance to nearest human community)：利用ArcView3.2生成的地图层测量从卧迹至最近居民点距离，分为≤500m、501—1000m、1001—2000m、≥2001m 4个距离组。

隐蔽级(canopy cover)：　在样方中心树立一根1 m的木杆，在东、南、西、北4个方向距离20 m处测量能见木杆长度占木杆总长度的百分比，然后计算平均值。分为≤0.5、0.501—0.9和0.901—1.000三组。

雪深(snow cover)：冬季测定5个1×1m样方内的雪深，然后计算平均值，分为≤1.0cm、1.01—3.0cm、3.01—5.0cm和≥5.01cm 4组。

植物密度(vegetation density)：计测10 m×10 m样方中植物的总密度，分为：≤1.5株/m^2、1.51—4.0株/m^2、4.01—6.0株/m^2、≥6.01株/m^2 4组。

草本密度(herbage density)：计测10×10m样方中草本的密度，分为：≤1.0株/m^2、1.01—3.0株/m^2、3.01—5.00株/m^{2}和≥5.01株/m^2 4组。

针茅密度(*Stipa* sp. density)：计测10×10m样方中针茅的密度，分为≤1.0株/m^2、1.01—3.0株/m^2、3.01—5.00株/m^{2}和≥5.01株/m^{2}四组。

1.3　数据处理

把数据输入Excel表格，采用Vanderloeg选择系数（Wi）和Scavia选择指数（Ei）作为衡量鹅喉羚卧息生境选择的指标。各生境因子的可获得性由取样调查其子分布特征获得。公式如下：

$$W_i = (r_i / P_i) / \sum (r_i / P_i)$$

$$E_i = (W_i - 1/n)/(W_i + 1/n)$$

其中，W_i为选择系数，E_i为选择指数，i为特征值，n为特征值总数，P_i环境中具i种特征值的样方数，r_i为鹅喉羚所选择具有i特征的样方数。

E_i的值介于−1到+1之间；E_i＜0表示负选择(negative selection)，E_i=0为随机选择(random selection)；E_i＞0表示正选择(positive selection)(Lechowiez, 1982)。

利用SPSS13.0 for Windows软件包进行统计分析，各季节鹅喉羚卧息生境因子的利用差异性采用卡方分析。利用单个样本的Kolmogorov-Smimov Test检验数据是否呈正态分布，因数据不符合进行参数分析的条件(P>0.05)，经过数据转换后，仍不合乎正态分布，故采用非参数估计, 用两个独立样本的Mann-Whitey U检验对不同季节间卧息生境因子的差异性进行分析。对鹅喉羚卧息地的生境因子数据进行主成分分析。在主成分分析中，根据样本数据矩阵计算出样本相关矩阵，求出相关矩阵的特征根和特征向量，采用制定特征值(>1)来决定提取因子数目的方法，根据特征根和特征向量求出各主成分及贡献率，由此确定在鹅喉羚卧息地选择的重要影响因子。

2　结　果

2.1　夏季和冬季卧息地的量度

比较卡拉麦里山有蹄类自然保护区内鹅喉羚夏季和冬季卧迹，发现两个季节的卧迹长、卧迹宽、卧迹深、卧迹面积和卧迹体积上均有显著差异(P<0.05)（表1）。

2.2　鹅喉羚卧息生境选择性分析

夏季，鹅喉羚对卧息地形利用有选择性(χ^2=34.306, df=1, P=0.000)，其卧息生境集中在平滩；对坡向利用有选择性(χ^2=27.895, df=3, P=0.000)，其活动生境集中在无坡向的平滩；对坡位的选择(χ^2=56.000, df=2, P=0.000）主要为下坡位和无坡位；对海拔的选择(χ^2=15.735, df=3, P=0.001)主要为910m以上的高度范围；卧息生境多选择与水源距离较远(χ^2=8.244, df=3, P=0.042)、远离道路(χ^2=15.082, df=3, P=0.002)、远离居民点(χ^2=16.714, df=3, P=0.001)、隐蔽级高(χ^2=75.592, df=3, P=0.000)、植被密度中低(χ^2=44.143, df=3, P=0.000)和中高草本密度(χ^2=59.000, df=1, P=0.000)的区域（表2）。

表 1 卡拉麦里山有蹄类自然保护区鹅喉羚夏季冬季卧迹测量比较

Tab. 1 Goitred gazelle bed site characteristics in summer and winter in Mt. Kalamaili Ungulate Nature Reserve

	冬季 Winter （n=75）	夏季 Summer （n=49）
卧迹长 Bed-site length (m)	0.55 ± 0.12^{a}	0.73 ± 0.15^{b}
卧迹宽 Bed-site width (m)	0.44 ± 0.09^{a}	0.61 ± 0.10^{b}
卧迹深 Bed-site depth (m)	0.08 ± 0.07^{a}	0.09 ± 0.03^{b}
卧迹面积 Area (m^2)	0.25 ± 0.10^{a}	0.46 ± 0.18^{b}

同行不同上标表示差异显著（P<0.05，Mann-Uhitney U 检验）。

Data with different superscript letters on the same lines are significantly different (P<0.05, Mann-Uhitney U test).

表 2 卡拉麦里山有蹄类自然保护区夏季和冬季鹅喉羚对卧息因子的选择性

Tab. 2 Bed-site selectivity by goitred gazelle in Mt. Kalamaili Ungulate Nature Reserve in summer and winter

因子 Factor	类别 Class	调查样方数 No. of quadrats (Pi)		抽样率 Sampling proportion		实际利用样方数 No. of used quadrats (ri)		实际利用率 Rri/pi		选择系数 Selectivity coefficient (Wi)		选择指数 Vanderploeg and Scavia's selectivity index (Ei）	
		S*	W*	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W
卧息地形 Landscape	山坡 Slope	22	38	0.26	0.25	4	26	0.18	0.68	0.20	0.61	−0.42	0.16
	平滩 Plain	63	112	0.74	0.75	45	49	0.71	0.44	0.80	0.39	0.23	−0.07
	合计 Total	85	150	1.00	1.00	49	75	0.90	1.12				
坡向 Slope aspect	阳坡 Sunny slope	3	33	0.04	0.22	1	30	0.33	0.91	0.24	0.39	−0.03	0.21
	半阴和半阳坡 Half-sunny slope	11	19	0.13	0.13	1	17	0.09	0.90	0.07	0.38	−0.59	0.21
	阴坡 Shady slope	8	4	0.09	0.03	2	1	0.25	0.25	0.18	0.11	−0.17	−0.40
	无坡向	63	94	0.74	0.63	45	28	0.73	0.30	0.52	0.13	0.35	−0.33
	合计 Total	85	150	1.00	1.00	49	75	1.40	2.35				
坡位 Slope position	中上坡位 Middle and higher position	18	24	0.21	0.16	3	14	0.17	0.58	0.11	0.38	−0.52	0.06
	下坡位 Lower position	7	37	0.08	0.25	5	34	0.71	0.92	0.46	0.40	0.16	0.10
	无坡位 No slope position	60	89	0.71	0.59	41	27	0.68	0.30	0.44	0.13	0.14	−0.43
	合计 Total	85	150	1.00	1.00	49	75	1.56	1.81				
坡度 Slope degree(º)	≤10	71	103	0.84	0.69	45	37	0.63	0.36	0.52	0.18	0.22	−0.30
	10.1—15.0	8	16	0.09	0.11	2	14	0.25	0.88	0.21	0.44	−0.24	0.13
	≥15.1	6	31	0.07	0.21	2	24	0.33	0.77	0.27	0.39	−0.10	0.07
	合计 Total	85	150	1.00	1.00	49	75	1.22	2.01				
海拔 Altitude(m)	≤900	24	2	0.28	0.01	6	1	0.25	0.50	0.10	0.24	−0.44	−0.01
	901—1000	37	9	0.44	0.06	24	5	0.65	0.56	0.25	0.27	0.01	0.04
	1001—1100	15	26	0.18	0.17	10	13	0.67	0.50	0.26	0.24	0.02	−0.01
	≥1101	9	113	0.11	0.75	9	56	1.00	0.50	0.39	0.24	0.22	−0.02
	合计 Total	85	150	1.00	1.00	48	75	2.57	2.05				
至永久水源最近距离 Distance to permanent water source (m)	≤1000	25	48	0.29	0.32	12	19	0.48	0.40	0.21	0.20	−0.09	−0.12
	1001—2000	16	34	0.19	0.23	6	20	0.38	0.59	0.16	0.29	−0.21	0.08
	2001—4000	14	15	0.17	0.10	11	7	0.79	0.47	0.34	0.23	0.15	−0.03
	≥4001	30	53	0.35	0.35	20	29	0.67	0.55	0.29	0.27	0.07	0.05
	合计 Total	85	150	1.00	1.00	49	75	2.31	2.00				
至最近道路的距离 Distance to main road(m)	≤500	46	9	0.54	0.06	20	5	0.44	0.56	0.17	0.27	−0.19	0.04
	501—1000	12	25	0.14	0.17	5	13	0.42	0.52	0.16	0.25	−0.21	0.01
	1001—2000	8	53	0.09	0.35	6	26	0.75	0.49	0.29	0.24	0.08	−0.02
	>2001	19	63	0.22	0.42	18	31	0.95	0.49	0.37	0.24	0.20	−0.02
	合计 Total	85	150	1.00	1.00	49	75	2.55	2.06				

（续下表）

（接上表）

因子 Factor	类别 Class	调查样方数 No. of quadrats (Pi)		抽样率 Sampling proportion		实际利用样方数 No. of used quadrats (ri)		实际利用率 Rri/pi		选择系数 Selectivity coefficient (Wi)		选择指数 Vanderploeg and Scavia's selectivity index (Ei）	
		S*	W*	S	W	S	W	S	W	S	W	S	W
至最近居民点的距离 Distance to nearest human community(m)	≤500	35	4	0.41	0.03	14	3	0.40	0.75	0.18	0.36	−0.16	0.04
	501—1000	11	19	0.13	0.13	2	17	0.18	0.90	0.08	0.43	−0.51	0.13
	1001—2000	16	127	0.19	0.85	11	55	0.69	0.43	0.31	0.21	0.11	−0.23
	≥2001	23	150	0.27	1.00	22	75	0.96	2.08	0.43		0.26	
	合计 Total	85	101	1.00	0.67	49	47	2.23	0.47		0.23		−0.04
隐蔽级 Canopy cover	≤0.5	3	25	0.04	0.17	1	17	0.33	0.68	0.29	0.34	−0.07	0.15
	0.501—0.9	5	19	0.06	0.13	1	9	0.20	0.47	0.18	0.24	−0.31	−0.03
	0.901—1.000	77	5	0.91	0.03	47	2	0.61	0.40	0.53	0.20	0.23	−0.12
	合计 Total	85	150	1.00	1.00	49	75	1.14	2.02				
植物密度株/m² Vegetation density individuals/m²)	≤1.5	2	85	0.02	0.57	2	13	1.00	0.15	0.33	0.05	0.14	−0.65
	1.51—4.0	8	13	0.09	0.09	7	13	0.88	1.00	0.29	0.34	0.07	0.16
	4.1—6.0	12	10	0.14	0.07	8	8	0.67	0.80	0.22	0.27	−0.07	0.04
	≥6.1	63	42	0.74	0.28	32	41	0.51	0.98	0.17	0.33	−0.20	0.14
	合计 Total	85	150	1.00	1.00	49	75	3.05	2.93				
草本密度(株/m²) Herbage density (individuals/m²)	≤1.0	3	75	0.04	0.50	1	4	0.33	0.05	0.13	0.02	−0.31	−0.85
	1.01—3.0	5	5	0.06	0.03	4	4	0.80	0.80	0.31	0.30	0.11	0.08
	3.01—5.00	10	16	0.12	0.11	9	14	0.90	0.88	0.35	0.32	0.17	0.13
	＞5.01	67	54	0.79	0.36	35	53	0.52	0.98	0.20	0.36	−0.10	0.18
	合计 Total	85	150	1.00	1.00	49	75	2.56	2.71				
针茅密度(株/m²) *Stipa* spp. density (individuals/m²)	≤1.00	32	35	0.38	0.41	19	23	0.59	0.63	0.25	0.18	−0.01	−0.16
	1.01-3.00	18	21	0.21	0.25	12	16	0.67	0.81	0.28	0.24	0.05	−0.03
	3.01-5.00	10	11	0.12	0.13	7	11	0.70	1.00	0.29	0.29	0.08	0.08
	≥5.01	25	18	0.29	0.21	11	18	0.44	1.00	0.18	0.29	−0.15	0.08
	合计 Total	85	85	1.00	1.00	49	68	2.40	3.44				

* S：夏季(summer)；W：冬季(winter)。

冬季，鹅喉羚对卧息地形利用有选择性(χ^2=7.053, *df*=1, *P*＝0.008)，其卧息生境主要集中在山坡；主要选择阳坡和半阴半阳坡（χ^2 =27.895, *df*=3, *P*＝0.000）；中上坡位和下坡位(χ^2 =8.240, *df*=2, *P*＝0.016)；900 至 1000 m的高度范围(χ^2=102.653, *df*=3, *P*＝0.001)的生境；卧息生境多选择离道路 501 至 1 000 m以及大于 2000 m的距离(χ^2 =13.053, *df*=3, *P*＝0.005)、靠近居民点(χ^2=22.653, *df*=3, *P*＝0.000)、中低隐蔽级(χ^2 =57.920, *df*=3, *P*＝0.000)、中深度(1.1—3 cm)雪深(χ^2=62.760, *df*=3,*P*＝0.000)、中高植被密度(χ^2 =21.840, *df*=2, *P*＝0.000)和中高草本密度(χ^2=47.760, *df*=2, *P*＝0.000)的区域（表 2）。

2.3　鹅喉羚夏季和冬季卧息生境因子选择的差异

冬季与夏季, 鹅喉羚对生境因子的选择有一定的差异，对植物密度(*P*＝0.001)、海拔(*P*＝0.000)、坡度(*P*＝0.000)和隐蔽级(*P*＝0.000) 的选择差异显著，而对至最近道路距离(*P*＝0.224)、至最近居民点距离(*P*＝0.735)、草本密度(*P*＝0.498)和针茅密度(*P*＝0.279)因子无明显选择。

2.4　鹅喉羚卧息生境主成分分析

主成分分析结果显示鹅喉羚夏季卧息生境因子相关矩阵前4个主成分的累积贡献率为86.57%。其中，第1主成分的贡献率达34.85%，与至最近居民点距离、至永久水源最近距离、植物密度、草本密度、针茅密度、海拔和至最近道路的距离正相关。其中绝对值较大的权系数出现在植物密度、草本密度、针茅密度、至最近居民点距离、至永久水源最近距离和海拔等生态因子上，说明这些生态因子具有较大的信息荷载量。第2主成分的贡献率为22.56%，与海拔、至永久水源最近距离、至最近居民点距离和最近灌木距离等正相关，而与植物密度、草本密度和针茅密度负相关。其中绝对值较大的权系数出现在海拔、至永久水源最近距离、植物密度和草本密度等生态因子上(表3)。

卡拉麦里山鹅喉羚冬季卧息生境因子主成分分析表明，相关矩阵前4个主成分的累积贡献率为73.88%。其中，第1主成分的贡献率达27.92%，这一主成分与植物密度、草本密度、针茅密度、海拔高度、至最近居民点距离、至最近道路的距离和雪深正相关，而与海拔和隐蔽级负相关。其中绝对值

较大的权系数出现在植物密度、草本密度、针茅密度和坡度上，说明这些生态因子荷载了较大的信息量。第2主成分的贡献率为18.03%，这一主成分与海拔、隐蔽级、植物密度、草本密度和针茅密度等正相关，而与雪深、至最近居民点距离、至最近道路的距离和坡度负相关。其中绝对值较大的权系数出现在海拔和雪深等生态因子上(表4)。

表 3 卡拉麦里山有蹄类自然保护区夏季鹅喉羚卧息地变量与主成分之间的相关性

Tab. 3 Correlations of principal components (PC) with the summer bed site habitat variables of goitred gazelle in Mt. Kalamailai Ungulate Nature Reserve

	PC 1	*PC 2*	*PC 3*	*PC 4*
海拔 Altitude(m)	0.55	0.61	0.38	-0.01
至永久水源最近距离 Distance to permanent water source (m)	0.67	0.60	-0.34	-0.16
至最近道路的距离 Distance to main road (m)	0.32	0.14	0.34	0.75
至最近居民点距离 Distance to nearest human residence (m)	0.69	0.40	-0.48	-0.03
植物密度 Vegetation density (individuals/m^2)	0.74	-0.59	0.11	-0.23
草本密度 Herbage density (individuals/m^2)	0.75	-0.57	0.12	-0.27
针茅密度 *Stipa* spp. density (individuals/m^2)	0.60	-0.31	0.11	0.45
最近灌木距离 Distance to nearest bushes (m)	0.00	0.36	0.77	-0.40
特征值 Eigenvalue	2.79	1.81	1.24	1.09
方差量 Variance (%)	34.85	22.56	15.55	13.60
累计方差量 Cumulative variance (%)	34.85	57.42	72.96	86.57

表 4 卡拉麦里山有蹄类自然保护区鹅喉羚冬季卧息地变量与主成分之间的相关性

Tab. 4 Correlations of principal component (PC) with the winter bed site habitat variables of goitred gazelle in Mt. Kalamailai Ungulate Nature Reserve

	PC 1	*PC 2*	*PC 3*	*PC 4*
海拔 Altitude(m)	−0.09	0.82	−0.31	0.11
坡度 Slope degree(º)	0.53	−0.09	−0.60	0.32
至最近居民点距离 Distance to nearest human community (m)	0.17	−0.44	0.45	0.39
至最近道路的距离 Distance to main road (m)	0.10	−0.14	0.26	0.76
隐蔽级 Canopy cover	−0.23	0.31	0.68	0.17
雪深 Snow depth(cm)	0.01	−0.76	0.07	−0.46
植物密度 Vegetation density (individuals/m^2)	0.89	0.17	0.25	−0.14
草本密度 Herbage density (individuals/m^2)	0.89	0.10	0.21	−0.15
针茅密度 *Stipa* spp. density (individuals/m^2)	0.72	0.31	0.25	−0.21
特征值 Eigenvalue	2.79	1.80	1.56	1.23
方差量 Percent of total variance (%)	27.92	18.03	15.63	12.30
累计方差量 Cumulative variance(%)	27.92	45.95	61.58	73.88

3 讨 论

决定动物生境选择的因素复杂多样。除了动物本身的特性外，还包括生境特性、食物、隐蔽场所、捕食和竞争等因素(Zhang et al, 2002)。捕食压力对动物选择栖息地有明显影响，动物通过选择栖息环境来降低被捕食风险(Houtman, 1998)。鹅喉羚的栖息地环境类型包括山地荒漠、砾石荒漠、灌木和半灌木荒漠、荒漠草原等类型 (Gao et al, 1996)。本研究发现，夏季和冬季鹅喉羚均选择卧息生境(表2)。鹅喉羚多选择草本密度高的环境卧息，这一方面，鹅喉羚卧息反刍休息后可继续觅食，另一方面，鹅喉羚能利用高草生境隐藏自己，免遭狼等天敌发现，这和Nowzafi et al (2007)的研究一致。冬季，卡拉麦里山有蹄类自然保护区北部积雪厚，不适宜鹅喉羚栖息(Xu et al, 2008a)。鹅喉羚分小群向保护区南部迁移，在秋末冬初到达卡拉麦里山周围的荒漠区域。冬春季牧民在卡拉麦里山定居3到4个月，约20万头家畜在此游牧，该区域冬季盛行由北塔山刮来的干冷强劲东风，气候寒冷，鹅喉羚受到食物短缺和寒冷的双重胁迫(Xu et al, 1997a)，为了获得食物，鹅喉羚偏好在植物密度高的区域卧息，但这些区域不一定是鹅喉羚喜食的针茅多的地方，而是假木贼、梭梭、白梭梭或沙拐枣和木蓼等灌木多的地点，这些植物构成了冬季鹅喉羚的食物来源(Xu et al，2008b；Chu et al, 2008)，这与本研究冬季卧息

生境因子主成分分析结果一致(表4)。

在干旱荒漠区，水源是限制草食动物夏季活动与分布的重要生态因子。卡拉麦里山有蹄类自然保护区夏季仅有十几处咸泉(Chen et al，2007)。蒙古野驴和鹅喉羚在夏季往返多次饮水的践踏和采食，水源地周围的植被几乎被破坏殆尽，寸草不生或成为裸地，而离水源地较远的生境植被比水源地四周好。于是，鹅喉羚每日迁移数公里甚至十几公里到水源地饮水(Xu et al, 2008a)。夏季中午荒漠区气温急剧升高，鹅喉羚选择海拔较高的位置、距离半乔木或灌木2 m以内的位置卧息，以利用它们遮荫降温。冬季，积雪使动物的行动受到限制，动物在更换取食地点、寻找卧息地和搜寻食物时需花费更多的时间(Chen et al，1999)，为了节省能量，鹅喉羚经常选择积雪较薄、阳坡和半阴半阳坡和较低的海拔区域卧息(表2)，在小兴安岭地区，冬季野猪卧息生境因子的选择也有类似的特征(Gao et al, 1995)。

夏季，鹅喉羚选择在隐蔽级高的地点或平滩卧息，便于隐藏，发现敌害后能快速脱离危险。冬季，卡拉麦里山牧民及家畜较多，生境条件恶化。卡拉麦里山地形多样，隐蔽条件差异大。鹅喉羚不再选择隐蔽条件良好的生境卧息。因为隐蔽条件好的地方食物丰富度比较低，这时，鹅喉羚在中低隐蔽级的区域卧息。这与普氏原羚冬季生境选择有相似之处，食物丰富度是影响普氏原羚生境选择的重要生态因子(Liu & Jiang, 2002)。

夏季鹅喉羚产仔育幼，对人类干扰比较敏感，故它们选择远离道路和远离居民点的位置卧息。鹅喉羚冬季卧息地相对夏季较近靠近居民点和道路。冬季进入冬牧点拉运草料和探亲访友的车辆较多，鹅喉羚对行驶的车辆逐渐适应，其行为几乎不受来往车辆的影响，但鹅喉羚对停止行驶的车辆较为警觉。如果车辆在500 m距离以内停车，人员下车时，鹅喉羚会迅速逃逸，若车辆在500 m外停车，鹅喉羚基本不受干扰。

有蹄类经常将卧息地中的碎石和积雪刨走，形成松软的凹陷卧坑 (Sergeant et a1, 1994; Teng et al, 2007)，这种行为通常被认为是使卧息地更加舒适或者是保存能量的一种策略(Sergeant et a1, 1994; Mysterud et a1, 1995; Mysterud, 1996)。鹅喉羚卧息地样方中常有多个卧迹和粪尿等气味标志物质。野外多次观察证实鹅喉羚群体重复利用这些卧息地。在白尾鹿(Armstrong et a1, 1983)和岩羊(Liu et al, 2007)卧息地研究中也发现了类似的现象。虽然重复利用同一卧息地增加了有蹄类被天敌发现的可能性，但较好的隐蔽条件及集群行为降低了这种可能性。比较夏季和冬季鹅喉羚卧迹，发现夏季鹅喉羚卧迹的长度、宽度、深度均显著大于冬季，这种差异可能是由于夏季土质较松，容易形成卧迹，而冬季地面冰冻坚硬，鹅喉羚的卧迹小，故夏季鹅喉羚卧迹的量度明显大于冬季。

致谢：本研究得到新疆卡拉麦里山有蹄类自然保护区阿勒泰管理站的大力支持和帮助，陈明勇、何晓光、哈里、兰文旭、邵长亮、赵威武和木合亚提等参加野外资料收集工作。谨此致谢！

参考文献：

Armstrong E, Euler D, Racey G. 1983. Winter bed-site selection by white-tailed deer in central Ontario [J]. *Journal of Wildlife Management,* **47**: 880-884.

Chen HP, Feng LL, Luo YH, Wang JZ, Ma F, Li. 1999. Winter bed-site selection by red deer *Cervus elaphus xanthopygus* and roe deer *Capreolus capreolus bedfordi* in forests of northeastern China [J]. *Acta Therio1ogica*, **44**: 195-206.

Chu HJ, Jiang ZG, Lan WX, Wang C, Tao YS, Jiang F. 2008. Dietary overlap among kulan *Equus hemionus*, goitred gazelle *Gazella subgutturosa* and livestock[J]. *Acta Zoologica Sinica*, **54**(6): 941-954.[初红军, 蒋志刚, 兰文旭, 王臣, 陶永善, 蒋　峰. 2008. 蒙古野驴、鹅喉羚和家畜的食物重叠. 动物学报, 54(6): 941-954.]

Chen JL, Hu DF, Cao J, Lv Q, Meng YP. 2008. A Preliminary report on the summer water resources used by *Equus Przewalskii* [J]. *Journal of Xinjiang Normal University (Natural Sciences Edition)*, **27**(2)): 76-79.[陈金良, 胡德夫, 曹　杰, 吕琪, 孟玉萍. 2008. 普氏野马夏季水源地利用现状初报. 新疆师范大学学报(自然科学版), **27**(2): 76-79.]

Gao XY, Xu KF, Yao J, Jia ZX. 1996. The population structure of goitred gazelle in Xinjiang [J]. *Acta Theriologica Sinica*, **16**(1): 14-18.[高行宜, 许可芬, 姚　军, 贾泽信. 1996. 新疆鹅喉羚的种群结构. 兽类学报, **16**(1): 14-18.]

Gao XY, Xu KF, Yao J, Jia ZX, Qiao DL, Xiong YF, Zhao B. 1997. The resources of goitred gazelle in Changji Hui Autonomous Prefecture, Xinjiang [J]. *Arid Zone Research,* **14** (suppl.): l4-l6.[高行宜, 许可芬, 姚　军, 贾泽信, 乔德禄, 熊义锋, 赵　斌. 1997. 新疆昌吉州的鹅喉羚资源. 干旱区研究, **14**(增刊): l4-l6.]

Gao XY, Yao J. 2006. Study on the geography distribution and population of *Gazella subgutturosa* in the Hami Basin, Xinjiang in early winter [J]. *Arid Land Geography*, **29**(2): 213-218.[高行宜, 姚　军. 2006. 新疆哈密盆地初冬鹅喉羚的地理分布与种群数量. 干旱区地理, **29**(2): 213-218.]

Gao ZX, Zhang MH, Hu RB. 1995. Winter bedding site selection of Ussurian wild pig in the lesser Khing-an Mountains [J]. *Acta*

Theriologica Sinica, **15**(1): 25-30.[高中信, 张明海, 胡瑞滨. 1995. 小兴安岭地区冬季野猪卧息地选择的初步研究. 兽类学报, **15**(1): 25-30.]

Haque MN, Smith TR. 1996. Reintroduction of Aribian Sand Gazelle *Gazella subgutturosa marica* in Saudi Arabia [J]. *Biological Conservation*, **76**: 203-207.

Houtman R, Dill LM. 1998. The influence of predation risk on diet selectivity: A theoretical analysis [J]. *Evolutionary Ecology,***12**: 251-262.

Lechowiez MJ. 1982. The sampling characteristics of selectivity indices [J]. *Ecology*, **52**: 22-30.

Liu BW, Jiang ZG. 2002. Quantitative analysis of the habitat selection by *Procapra prezwalskii* [J]. *Acta Theriologica Sinica,* **22**(1): 15-20.[刘丙万, 蒋志刚. 2002. 普氏原羚生境选择的数量化分析. 兽类学报, **22**(1): 15-20.]

Liu ZS, Cao LR, Wang XM, Li T, Li ZG. 2005. Winter bed-site selection by blue sheep (*Pseudois nayaur*) in Helan Mountains，Ningxia，China [J]. *Acta Theriologica Sinica*, **25**(1): 1-8.[刘振生, 曹丽荣, 王小明, 李涛, 李志刚. 2005. 贺兰山岩羊冬季对卧息地的选择. 兽类学报, **25**(1): 1-8.]

Kingswood SC, Kumamoto AT, Sudman PD, Fletcher KC, Greenbaum IF. 1994. Meiosis chromosomally heteromorphic goitred gazelle, *Gazella subgutturosa* (Artiodactyla, Bovidae)[J]. *Chromosome Research*, **2**: 37-46.

Mysternd A, Østbye E. 1995. Bed site selection by European roe deer (*Capreolas capreolus*) in southern Norway during winter [J]. *Canadian Journal of Zoology*, **73**: 924-932.

Mysterud A. 1996. Bed site selection by adult roe deer *Capreolus capreolas* in southern Norway during summer [J]. *Wildlife Biology*, **2**: 101-106.

Nowzari H, Rad BB, Hemami M. 2007. Habitat use by Persian gazelle (*Gazella subgutturosa subgutturosa*) in Bamboo National Park during autumn and winter[J]. *Acta Zoológica Mexicana*, **23**: 109-121.

Pereladova OB, Bahloul K, SempéréAJ, Soldatova NV. 1998. Influence of environmental factors on a population of goitred gazelles (*Gazella subgutturosa subgutturosa* Guldenstaedt, 1780) in semi-wild conditions in an arid environment：A preliminary study[J]**.** *Journal of Arid Environments*, **39:** 577-591.

Sergeant GA, Eberhardt LE, Peek JM. 1994. Thermoregulation by mule deer (*Odocoileus hemionus*)in arid rangelands of south central Washington [J]. *Journal of Mammalogy*,**75**: 536-544.

Sun MJ. 2003. Study on habitat selection and dietary of the *Gazella subgutturosa sairensis* in south-eastern of Jungar Basin [DE]. Master dissertation of the Graduate University of Chinese Academy of Sciences.［孙铭娟. 2003. 准噶尔盆地东南缘鹅喉羚(*Gazella subgutturosa sairensis*)栖息地选择与食性研究. 中国科学院研究生院硕士学位论文.］

Teng LW, Liu ZS, Song YL, Zeng ZG. 2004. Forage and bed sites characteristics of Indian muntjac (*Muntiacus muntjak*) in Hainan Island, China [J]. *Ecological Research*, **19**: 675-681.

Teng LW, Liu ZS, Zhang ED, Ma JZ. 2007. Winter bed-site selection of *Capreolus capreolus* in low mountain of southern Xiaoxing'anling Mountains [J]. *Chinese Journal of Ecology*, **26**(2): 213-218.[滕丽微, 刘振生, 张恩迪, 马建章. 2007. 小兴安岭南部低山丘陵地区狍冬季卧息地选择. 生态学杂志, **26**(2): 213-218.]

Vassart M, Séguéla A, Hayes H. 1995. Chromosomal evolution in gazelles [J]. *The Journal of Heredity,* **86**: 216-227.

Wang S. 1998. China Red Book of Endangered Animals-Mammalia [M]. Beijing: Science Press, 322-323.[汪 松. 1998. 中国濒危动物红皮书——兽类. 北京: 科学出版社, 322-323.]

Wu H, Hu JC, Chen WL, Ouyang WF, Xian FH. 2000. Habitat selection by mainland serow in spring and winter[J]. *Zool Res*, **21**(5)：355-360.[吴华, 胡锦矗, 陈万里, 欧阳维复, 鲜方海. 2000. 唐家河自然保护区鬣羚春冬季对生境的选择. 动物学研究, **21**(5): 355-360.]

Xu KF, Ren ZG, Gao XY. 1997a. Resources and status of *Equus hemionus* and *Gazella subgutturosa* of the Karamori Mountain Nature Reserve, Xinjiang [J]. *Arid Zone Research,* **14** (suppl.): l7-22.[许可芬, 任志刚, 高行宜. 1997a. 卡拉麦里山保护区的蒙古野驴、鹅喉羚资源及生存现状.干旱区研究, **14**(增刊): l7-22.]

Xu KF, Gao XY. 1997b. Primary life table of *Gazella subgutturosa* in Xinjiang [J]**.** *Arid Zone Research,* **14** (suppl.): 27-28.[许可芬, 高行宜. 1997b. 新疆鹅喉羚生命表初编. 干旱区研究, **14**(增刊): 27-28.]

Xu WX, Qiao JF, Liu W, Yang WK. 2008a. Ecology and biology of *Gazella subgutturosa*: Current situation of studies [J]. *Chinese Journal of Ecology*, **27**(2): 257-262.[徐文轩, 乔建芳, 刘 伟, 杨维康. 2008. 鹅喉羚生态生物学研究现状.生态学杂志, **27** (2): 257-262.]

Xu WX, Qiao JF, Liu W, Yang WK. 2008b. Food habits of goitred gazelles (*Gazella subgutturosa sairensis*) in northern Xinjiang [J]. *Acta Theriologica Sinica*, **28** (3) : 280-286.[徐文轩, 乔建芳, 刘 伟, 杨维康. 2008. 新疆北部鹅喉羚的食性分析. 兽类学报, **28** (3): 280-286.]

Yang WK, Qiao JF, Yao J, Gao XY. 2005. Characteristics of foraging habitat of goitred gazelles (*Gazella subgutturosa sairensis*) in Eastern Junggar Basin, Xinjiang [J]. *Acta Theriologica Sinica*, **25**(4): 355-360.[杨维康, 乔建芳, 姚 军, 高行宜. 2005. 新疆准噶尔盆地东部鹅喉羚采食地的特征. 兽类学报, **25**(4): 355-360.]

Zhan HM, Hu JC. 2002. Habitat selection of *Procapra picticaudata* in summer in the northwestern plateau, Sichuan [J]. *Journal of Sichuan Zoology*, **21**(1): 12-15.[张洪茂, 胡锦矗. 2002. 川西北高原藏原羚夏季生境选择. 四川动物, **21**(1): 12-15.]

Zhou YH, Huang ZY, Wang ZZ, Wang YL. 1997. Authenticating the white and black cornu antelopis by Ultraviolet spectrum [J]. *Primary Journal of Chinese Materia Medica*, **11**(3): 10-11.[周友华, 黄振宇, 王振忠, 王永利. 1997. 白羚羊角与黑羚羊角的紫外光谱鉴别. 基层中药杂志, **11**(3): 10-11.]

Zhu XM, Xiao H, Wu JY. 1992. Age determination of goitred gazelle (*Gazella subgutturosa*)[J]. *Zool Res,* **13**(2): 95-99.[朱洵美, 肖 红, 吴家炎. 1992. 鹅喉羚的年龄鉴定. 动物学研究, **13**(2): 95-99.]